

ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO Y LA ACTUACIÓN DEL PROFESOR DE CIENCIAS. EJE DE DESARROLLO PARA ACERCAR LA INVESTIGACIÓN A LA PRÁCTICA E INNOVAR EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES

Saúl Contreras
Universidad de Santiago de Chile

RESUMEN: Analizamos aspectos teóricos y empíricos sobre el conocimiento, pensamiento y actuación del profesor de ciencias y, cómo este análisis acerca la investigación a la práctica y contribuye a la formación inicial docente (FID) en ciencias y su innovación. A través de una metodología con enfoque mixto, tratamos con creencias y actuaciones curriculares de profesores de distintos niveles y con repertorios conceptuales y de estrategias utilizados en clases de química (Fondecyt-11130150; Fonide 911415). Observamos que existen diferencias en el pensamiento pedagógico-curricular según la disciplina, donde la variable contenido es altamente significativa. Además, observamos relación entre los tipos de conceptos (cualitativos o cuantitativos) y niveles de representación y, la estrategia más utilizada.

PALABRAS CLAVE: creencias curriculares, repertorio conceptual y de estrategias, relación investigación-práctica, innovación en la FID.

OBJETIVOS: describir cómo hemos acercado la investigación a la práctica, abordando problemáticas relevantes de la formación de profesores para innovar en la FID.

MARCO TEORICO

El contexto actual de la FID exige profesionales bien preparados y capaces de dar respuesta a las nuevas necesidades y demandas. Por tanto, mejorar la calidad de la FID se ha tornado un aspecto fundamental para las instituciones de educación superior en Chile. En esta línea, la generación y desarrollo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) para la FID, debe ser entendido como un proceso de integración, entre el conocimiento académico y el práctico. Esto implica necesariamente una reflexión, sobre qué y cómo pensamos, y sobre cómo actuamos, para así promover un autoconocimiento y el desarrollo de un modelo didáctico, modelo que es personal y altamente influenciado por las creencias (Sanmartí, 2001; Ballenilla, 2003).

Analizar clases propias o de otros, es un excelente recurso, tanto para reconstruir teorías como para desarrollar estrategias, pues permite reflexionar sobre los propios conocimientos, creencias y futura práctica (Garritz y Trinidad-Velasco, 2004; Mansanilla y Beltrán, 2013). Un contacto permanente entre las prácticas docentes y las asignaturas de didáctica (Mellado, 2000), promueven un desarrollo del modelo didáctico personal, a través de la identificación, descripción y análisis de: estrategias, recursos, tipo y secuencia de contenidos, entre otros (Bailey, Scantlebury y Johnson, 1999).

Nos referimos al pensamiento y conocimiento de aspectos que los profesores trabajan: qué enseñar (*contenidos*), cómo enseñar (*metodología*), qué, cómo, cuándo y con qué evaluar (*evaluación*), aspectos curriculares propios del desarrollo profesional (Porlán y Rivero, 1998; Martínez et al., 2002) y, que se han transformado en categorías de análisis para la enseñanza de diversos tópicos en ciencias (Markic y Eilks, 2010; Friedrichsen, Van Driel y Abell, 2011; Markic y Eilks, 2010; Contreras, 2012). Esto, además ha permitido identificar problemas asociados a la práctica, como así también explorar y analizar decisiones didácticas (Solís y Porlán, 2003). Por ejemplo, hemos analizado parte importante del conocimiento didáctico para la enseñanza del tema disoluciones químicas: CoRe (repertorio conceptual y representaciones) y PaP-eR (actividades, estrategias y recursos) (Loughran, Mulhall y Berry, 2004; 2006; Gess-Newsome, 2015), aspectos en los cuales profesores y futuros profesores deben ser competentes.

Analizamos las creencias de los profesores, con la idea de describir y explicitar, por ejemplo, qué pensamiento se tiene sobre las estrategias, la disciplina que se enseña, etc. (Contreras, Cruz y González, 2013; Garritz, 2014; Contreras, 2016). Creencias curriculares y creencias de actuación curricular permiten describir, qué piensa y/o hace el profesor respecto a contenidos, metodología y evaluación y el conjunto nos aproxima a describir el pensamiento y conocimiento pedagógico-curricular (Contreras, 2016). Por lo tanto, la evolución del pensamiento e integración de este conocimiento son fundamentales para la construcción del conocimiento didáctico y el desarrollo de competencias (Mellado, 2003; Solís y Porlán, 2003; Peme-Aranega et al., 2009).

METODO

Describimos aspectos fundamentales de las metodologías utilizadas en dos de nuestras principales investigaciones (Fondecyt-11130150 y Fonide-911415):

Para describir el pensamiento pedagógico-curricular

Con un enfoque mixto, hemos explorado el componente pedagógico-curricular de profesores y futuros profesores para la enseñanza de las ciencias. Para ello, utilizamos a) un cuestionario tipo Likert (pensamiento y conocimiento de futuros profesores) adaptado, pilotado y validado de aquel instrumento utilizado por Martínez Aznar et al., (2002) y, b) para recoger información de carácter cualitativo: entrevistas, diseños y observación no participantes. Hemos trabajado con futuros profesores (N = 520) y también con profesores en activo (N = 337) de diversas disciplinas (biología, física, química, matemáticas y ciencias naturales).

Para describir el CoRe y PaP-eR para la enseñanza de la química

También con un enfoque mixto y, basados en el estudio de casos analizamos el repertorio conceptual y de estrategias (CoRe y PaP-eR) de 82 profesores en activo con distintos niveles de desempeño y, además con la idea de trabajar con un grupo de 26 futuros profesores en la asignatura de didáctica, nos

centramos en cuatro casos (dos novatos y dos experimentados), para analizar las propuestas y registros de clases para la enseñanza del tema disoluciones químicas (Garritz et al., 2008; Medina y Jarauta, 2013). Para ello adaptamos la metodología propuesta por Loughran, Mulhall y Berry (2004). Utilizamos registros de clases (videos) y planificaciones.

Toda la información cuantitativa se analizó con SPSS.21 (media, desviación estándar, correlaciones, MANOVA, etc.) y la información cualitativa por categorías generales (contenidos, metodología y evaluación) y específicas (tipos de conceptos, niveles de representación, actividades, estrategias y recursos).

RESULTADOS

Aun cuando contamos con un elevado volumen de información cualitativa, recogida desde el 2004, dada la extensión de esta propuesta, presentamos solo resultados cuantitativos, generales y recientes.

Pensamiento pedagógico-curricular por especialidad

En la carrera de pedagogía en física los futuros profesores presentan las medias más altas en las variables metodología y contenido. Por otro lado, en la variable evaluación la carrera de pedagogía en química presenta la media más alta y las más bajas en las variables metodología y contenido (Tabla 1).

Tabla 1.
Medias por categoría y especialidad

	P. Matemáticas (N=259)		P. Biología (N=111)		P. Química (N=27)		P. Física (N=67)		P. CCNN (N=56)	
	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>
Metodología	2,22	0,34	2,15	0,38	2,12	0,30	2,28	0,36	2,14	0,37
Contenido	2,03	0,33	1,94	0,36	1,82	0,32	2,04	0,36	1,98	0,40
Evaluación	2,38	0,57	2,37	0,56	2,49	0,55	2,40	0,50	2,26	0,55

Al analizar la diferencia de los grupos en las variables del estudio (MANOVA), nos muestra que los profesores en formación pertenecientes a las carreras de pedagogía en matemáticas, biología, química, física y ciencias naturales (CCNN) tienen resultados estadísticamente diferentes en al menos una de las variables (Tabla 2).

Tabla 2.
Comparación entre los grupos de profesores en las variables dependientes^a

		Metodología		Contenido		Evaluación	
		<i>Diferencia entre medias</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia entre medias</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia entre medias</i>	<i>Sig.</i>
Matemáticas	Biología	0,070	0,813	0,090	0,243	0,012	1,000
	Química	0,105	1,000	0,211*	0,031	-0,107	1,000
	Física	-0,061	1,000	-0,010	1,000	-0,016	1,000
	CCNN	0,086	0,997	0,052	1,000	0,123	1,000
Biología	Química	0,034	1,000	0,121	1,000	-0,119	1,000
	Física	-0,131	0,175	-0,100	0,671	-0,028	1,000
	CCNN	0,016	1,000	-0,038	1,000	0,110	1,000
Química	Física	-0,165	0,416	-0,220	0,061	0,091	1,000
	CCNN	-0,018	1,000	-2,067	0,536	0,229	0,777
Física	CCNN	0,147	0,227	0,159	1,000	0,139	1,000

Es posible observar que sólo en la variable *contenido* las medias del grupo de profesores en formación de pedagogía en matemáticas y pedagogía en química son significativamente diferentes entre sí. Siendo el grupo de profesores en formación de pedagogía en matemáticas los que obtienen los promedios más altos. En las variables *metodología* y *evaluación*, los grupos no se diferencian estadísticamente entre sí.

Conocimiento pedagógico-curricular por especialidad

Los profesores en formación de la carrera de pedagogía en química presentan las medias más altas en las variables metodología y evaluación. Así mismo, en la variable de contenido es la carrera de pedagogía en física es la más alta (Tabla 3).

Tabla 3.
Estadísticos descriptivos de los futuros profesores según carrera-especialidad

	P. Matemáticas (N=259)		P. Biología (N=111)		P. Química (N=27)		P. Física (N=67)		P. CCNN (N=56)	
	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>
Metodología	3,02	0,50	2,99	0,40	3,11	0,31	3,06	0,41	3,01	0,38
Contenido	3,00	0,73	2,87	0,67	3,02	0,60	3,15	0,60	3,10	0,63
Evaluación	2,91	0,55	2,74	0,57	3,04	0,43	2,93	0,39	2,90	0,40

Estos resultados nos muestran que los profesores en formación pertenecientes a las carreras de pedagogía en matemáticas, biología, química, física y CCNN no tienen diferencias realmente significativas respecto del conocimiento pedagógico.

Descripción del CoRe y PaP-eR

Para conocer si existe relación entre las variables que definen el conocimiento disciplinar para la enseñanza de la química, se aplicó análisis de correlaciones entre las variables dependientes (cualitativo/cuantitativo) y los niveles de representación utilizados por los profesores para la enseñanza de la química (Tabla 4).

Tabla 4
Correlaciones de variables, niveles cualitativo y cuantitativo

		Cualitativo					Cuantitativo				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cualitativo	1.General	1									
	2.Teoría, ley o modelo	0,202	1								
	3.Macroscópico	0,170	0,024	1							
	4.Microscópico	-0,007	0,070	-,236*	1						
	5.Simbólico	0,128	-0,102	-,255*	,360**	1					
Cuantitativo	6.General	-0,055	0,033	0,022	0,065	-0,109	1				
	7.Teoría, ley o modelo	-0,055	-0,056	-0,068	-0,137	-0,065	-0,02	1			
	8.Macroscópico	0,077	-0,036	,357**	-,359**	-,439**	,279*	0,035	1		
	9.Microscópico	-0,034	-0,031	-0,187	,334**	0,063	,332**	-0,051	-0,204	1	
	10.Simbólico	0,043	-0,022	,397**	-0,192	-,261*	0,139	-0,032	,517**	-0,049	1

n=82

Estos resultados sugieren que mientras más conceptos macroscópicos tratan los profesores en el ámbito cualitativo menor cantidad de conceptos entregan en los niveles microscópico y simbólico. Además, profesores que tratan en sus clases más conceptos a nivel microscópico tratan más conceptos de nivel simbólico. Respecto al ámbito cuantitativo para la variable general los profesores muestran mayor número de conceptos en el nivel macroscópico y microscópico.

Medias según género para las variables de la categoría estrategia

Los resultados muestran que en las variables *realiza preguntas*, *trabajo práctico*, *conecta con vida cotidiana o ideas previas y modela / ejemplifica* no existen diferencias estadísticamente significativas según el género de los participantes (Tabla 5). En la variable *explica o expone contenidos* los hombres del estudio reportan mayores frecuencia de utilización de esta estrategia que las mujeres del estudio.

Tabla 5.
T de Student de diferencias de medias por género en las variables estrategias

Variable	Género						
	Hombre n = 24			Mujer n = 55			<i>t</i> Student
	<i>M</i>	<i>DE</i>	95%IC diferencia con media Mujer	<i>M</i>	<i>DE</i>		
Realiza preguntas	9,92	5,66	-3,33 ; 4,62	9,27	9,01	0,323	
Explica o expone contenidos	8,92	9,52	1,74 ; 10,21	2,95	5,33	2,881**	
Trabajo práctico	4,38	6,03	-3,13 ; 2,39	4,75	5,51	-0,267	
Conecta con vida cotidiana o ideas previas	2,38	4,77	-2,36 ; 1,77	2,67	3,99	-0,287	
Modela / ejemplifica	0,79	2,48	-0,57 ; 1,14	0,51	1,33	0,657	

En relación a la diferencia en las medias según nivel de desempeño docente en las variables de la categoría estrategias se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 6). Los resultados muestran que no existen diferencias en ninguna de las variables observadas.

Tabla 6.
T de Student nivel de desempeño docente en las variables estrategias

Variable	Nivel de desempeño docente					
	Básico n = 53			Competente n = 25		
	M	DE	95% IC diferencia con media Comp.	M	DE	t Student
Realiza preguntas	9,02	6,57	-5,45 ; 2,45	10,52	10,87	-0,757
Explica o expone contenidos	5,11	7,63	-2,67 ; 4,50	4,20	6,93	0,508
Trabajo práctico	4,26	5,31	3,88 ; 1,61	5,40	6,42	-0,823
Conecta con vida cotidiana o ideas previas	2,57	3,92	2,17 ; 1,95	2,68	4,93	-0,11
Modela / ejemplifica	0,68	2,04	0,62 ; 1,09	0,44	0,96	0,558

CONCLUSIONES

En relación al *pensamiento pedagógico* se observan diferencias entre los grupos por especialidad para las distintas categorías. Destaca que existen diferencias entre las carreras de pedagogía en matemáticas respecto al grupo de pedagogía en química en la variable contenido. Sobre el *conocimiento pedagógico*, los profesores en formación no muestran diferencias significativas. En relación al *conocimiento disciplinar y la descripción del CoRe y PaP-eR*: existe relación entre el tipo concepto y el nivel de representación utilizado, donde explicar es la estrategia más utilizada por los profesores.

Incorporar componentes investigativos y de análisis en las asignaturas, se constituyó en una estrategia innovadora, pertinente y coherente, para formar a los futuros profesores de ciencias. Este tipo de investigaciones contribuye a clarificar los propósitos y procesos de la trayectoria formativa, en particular sobre el diseño e implementación (identificación y uso de estrategias) de cursos relacionados con el conocimiento pedagógico y didáctico para la enseñanza de las ciencias, específicamente sobre los repertorios que los futuros profesores van desarrollando. Los futuros profesores comprendieron la importancia de investigar la práctica y de cómo la investigación y sus productos, son un aporte para mejorar e innovar constantemente en sus diseños y práctica. Todo ello se ha traducido en resultados positivos para la formación de profesores, los que se han visto reforzados con la evaluación de los propios estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BALLENILLA, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria*. Estudio de caso. Tesis Doctoral I: Planteamiento teórico, diseño y conclusiones de la investigación. Universidad de Sevilla.
- BAILEY, B. SCANTLEBURY, K. y JOHNSON, E. (1999). Encouraging the beginning of equitable science teaching practice: Collaboration is the key. *Journal of Science Teacher Education*, 10(3), 159–173.
- CONTRERAS, S. (2012). Creencias y práctica curricular de los profesores de ciencias chilenos. Tensiones que dificultan la alfabetización científica. *Revista Chilena de Educación Científica*, 11 (1), 39–45.
- CONTRERAS, S., CRUZ, M. A. y GONZÁLEZ, A. (2013). ¿Qué saben y piensan enseñar los futuros profesores de primaria sobre el tema “materia”? Estudio de la amplitud, diversidad y organización conceptual. *Revista CIT, Formación Universitaria*, 6(3), 13–20.

- CONTRERAS, S. (2016). Pensamiento Pedagógico en la Enseñanza de las Ciencias. Análisis de las Creencias Curriculares y sus Implicancias para la Formación de Profesores de Enseñanza Media. *Revista CIT, Formación Universitaria*, 9(1), 15–24.
- FRIEDRICHSEN, P., VAN DRIEL, J., y ABELL, S. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations, *Science Education*, 95(2), 358–376.
- GARRITZ, A. (2014). Creencias de los profesores, su importancia y cómo obtenerlas. *Educación Química*, 25(2), 88–92.
- GARRITZ, A. y TRINIDAD-VELASCO, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido, *Educación Química*, 15(2), 98–102.
- LOUGHRAN, J., MULHALL, P., y BERRY, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 370–391.
- LOUGHRAN, J. J., BERRY, A., & MULHALL, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- MANSILLA, J., y BELTRÁN, J., (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. *Perfiles Educativos*, 139, 25–39.
- MARTÍNEZ AZNAR, M., MARTÍN DEL POZO, R., RODRIGÓ, V., VARELA, M., FERNÁNDEZ, M. y GUERRERO, S. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la “acción docente”, de los profesores de ciencias de educación secundaria. Parte II. Enseñanza de las Ciencias, 20 (2), 243–260.
- MARKIC, S. y EILKS, I. (2010). First-Year Science Education Student Teachers' Beliefs about Student- and Teacher-centeredness: Parallels and Differences between Chemistry and Other Science Teaching Domains, *Journal of Chemical Education*, 87(3), 335–339.
- MELLADO, V. (2000). Las prácticas de enseñanza en la Facultad de Educación de Badajoz en el período 1970-2000. Problemas y perspectivas. *Campo Abierto*, 18, 47–67.
- PEME-ARANEGA, C; MELLADO, V.; DE LONGHI, A.L.; MORENO, A. y RUIZ, C. (2009). La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 283–303.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento profesores*. Sevilla: Díada Editora.
- SANMARTÍ, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy completo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 31–48.
- SOLÍS, E. y PORLÁN, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias en la formación inicial ¿obstáculo o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, 5–18.
- GESS-NEWSOME, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). NY & London: Routledge, Taylor & Francis Group

